

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年10月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-329688

[ST.10/C]:

[JP2001-329688]

出 願 人

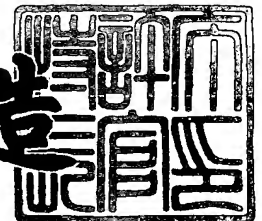
Applicant(s):

富士通株式会社

2002年 1月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3115922

【書類名】 特許願

【整理番号】 0140944

【提出日】 平成13年10月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01G 7/06  
H01L 27/10421

【発明の名称】 電子装置とその製造方法

【請求項の数】 10

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 丸山 研二

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 近藤 正雄

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 倉澤 正樹

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100091340

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高橋 敬四郎

    【電話番号】 03-3832-8095

【選任した代理人】

【識別番号】 100105887

【弁理士】

【氏名又は名称】 来山 幹雄

【電話番号】 03-3832-8095

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705794

【包括委任状番号】 0109607

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子装置とその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (001) 配向を有する  $\text{ReO}_3$  層と、

前記  $\text{ReO}_3$  層上に形成され、(001) 配向を有するペロブスカイト構造の酸化物強誘電体層と、  
を有する電子装置。

【請求項 2】 さらに、(001) 配向を有する  $\text{MgO}$  層を有し、

前記  $\text{ReO}_3$  層が前記  $\text{MgO}$  層上に形成されている請求項 1 記載の電子装置。

【請求項 3】 さらに、アモルファス層を有し、前記  $\text{MgO}$  層が前記アモルファス層上に形成されている請求項 2 記載の電子装置。

【請求項 4】 さらに、前記酸化物強誘電体層上に形成された上部電極を有することを特徴とする請求項 3 記載の電子装置。

【請求項 5】 前記アモルファス層は絶縁層からなり、半導体素子を形成した半導体基板上に前記半導体素子を覆うように形成され、かつ

前記絶縁層を貫通し、前記半導体素子と前記  $\text{ReO}_3$  層とが電氣的に接続するよう導電性プラグが設けられてなる請求項 4 記載の電子装置。

【請求項 6】 (a) (001) 配向を有する  $\text{ReO}_3$  層を準備する工程と

(b) 前記  $\text{ReO}_3$  層上に (001) 配向を有するペロブスカイト構造の酸化物強誘電体層を形成する工程と、  
を含む電子装置の製造方法。

【請求項 7】 前記工程 (a) が、

(a-1) (001) 配向を有する  $\text{MgO}$  層を準備する工程と、

(a-2) 前記  $\text{MgO}$  層の上に (001) 配向を有する  $\text{ReO}_3$  層を形成する工程と、  
を含む請求項 6 記載の電子装置の製造方法。

【請求項 8】 前記工程 (a-1) が、

(a-1-1) アモルファス層を準備する工程と、

(a-1-2) 前記アモルファス層上に(001)配向のMgO層を形成する工程と、

を含む請求項7記載の電子装置の製造方法。

【請求項9】 前記工程(a-1-2)、(a-2)、(b)のうち少なくとも1つはMOCVDにより行われる請求項8記載の電子装置の製造方法。

【請求項10】 前記工程(a-1-2)、(a-2)、(b)のうち少なくとも1つはスパッタリングにより行われる請求項8記載の電子装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、強誘電体層を有する電子装置とその製造方法に関し、特に配向を揃えた強誘電体層を有する電子装置とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

1メモリセルが1トランジスタと1キャパシタで構成される半導体メモリが広く知られている。ダイナミックランダムアクセスメモリ(DRAM)のキャパシタは、常誘電体で形成されたキャパシタ誘電体層を有する。キャパシタに蓄積した電荷は、トランジスタをオフにしても、リークで徐々に減少する。従って、メモリセルに印加した電圧を取り除くと、蓄積された情報は減少し、やがて消滅する。

【0003】

電源をオフにしても、蓄積された情報を保持できるメモリを不揮発性メモリと呼ぶ。不揮発性メモリの1種として、キャパシタ誘電体層が強誘電体で形成された1トランジスタ-1キャパシタ型メモリが知られており、強誘電体ランダムアクセスメモリ(FeRAM)と呼ばれる。

【0004】

FeRAMは、強誘電体の残留分極を蓄積した情報として利用する。強誘電体キャパシタの1対の電極間に印加する電圧の極性を制御して分極の方向を制御す

る。一方の分極方向を"1"とし、他方の分極方向を"0"とすれば、バイナリ情報が記憶できる。強誘電体は印加電圧を取り除いても残留分極が残るので、不揮発性メモリが実現できる。書き換え回数は、 $10^{10}$ 回から $10^{12}$ 回であり、十分な回数の書き換えが可能である。書き換え速度も数十nsのオーダーであり、高速性を備えている。

## 【0005】

強誘電体としては、ペロブスカイト構造を有する鉛系酸化物強誘電体やビスマス層状構造を有するビスマス系酸化物強誘電体が知られている。鉛系強誘電体の代表例は、 $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  (PZT)、 $\text{Pb}_y\text{La}_{1-y}\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  (PLZT) 等である。ビスマス系強誘電体の代表例は、 $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$  (BST) である。

## 【0006】

強誘電体キャパシタは、強誘電体の分極が大きいほど電荷保持能力が高く、小さいキャパシタ容量で電荷を保持することができる。すなわち高集積化が可能となる。また、強誘電体の分極が大きいほど、読み出し電圧が低くても分極の方向を明瞭に区別できるため、強誘電体メモリを低い電圧で駆動させることが可能となる。

## 【0007】

強誘電体の分極量を大きくするためには、強誘電体結晶の配向を揃えることが有効である。例えば、Journal of Applied Physics、1991年、70巻、1号、382～388頁は、白金やイリジウム等の金属薄膜を $500^\circ\text{C}$ で堆積し、(111)配向した金属薄膜を得、この上にPZT等の強誘電体薄膜を室温で堆積し、その後 $650\sim 700^\circ\text{C}$ に加熱することにより、(111)配向した強誘電体薄膜を得ることを開示している。しかしながら、FeRAMの製造プロセスに許される最高温度は、通常 $620^\circ\text{C}$ である。

## 【0008】

PZT等の正方晶系単純ペロブスカイト構造の強誘電体は、c軸 $\langle 001 \rangle$ に分極軸を有している。従って、強誘電体層を(001)配向させた時に分極量は最大となる。強誘電体層を(111)配向させると、 $\langle 001 \rangle$ 方向に生じる分

極は、厚さ方向である $\langle 111 \rangle$ 方向には約 $1/1.73$ の成分のみを有する。配向によって分極を大きくすることができるが、分極を最大限に大きくすることは不可能である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、分極量の大きな強誘電体層を得ることが可能な電子装置およびその製造方法を提供することである。

【0010】

本発明の他の目的は、(001)配向した強誘電体層を有する電子装置およびその製造方法を提供することである。

【0011】

本発明のさらに他の目的は、 $\text{ReO}_3$ 層を少なくとも1方の電極として有する強誘電体キャパシタを有する電子装置とその製造方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明の1観点によれば、(001)配向を有する $\text{ReO}_3$ 層と、前記 $\text{ReO}_3$ 層上に形成され、(001)配向を有するペロブスカイト構造の酸化物強誘電体層とを有する電子装置が提供される。

【0013】

本発明の他の観点によれば、(001)配向を有する $\text{ReO}_3$ 層を準備する工程と、(b)前記 $\text{ReO}_3$ 層上に(001)配向を有するペロブスカイト構造の酸化物強誘電体層を形成する工程とを含む電子装置の製造方法が提供される。

【0014】

好ましくは、 $\text{ReO}_3$ 層の下地として、(001)配向した $\text{MgO}$ 層を用いる。

【0015】

(001)配向した $\text{ReO}_3$ 層と、(001)配向したペロブスカイト構造の酸化物強誘電体層とは格子整合することができる。従って、(001)配向を有する $\text{ReO}_3$ 層の上に、(001)配向したペロブスカイト構造の酸化物強誘電

体層を形成することができる。

【0016】

MgO層は、容易に(001)配向させることができる。(001)配向したMgO層と、(001)配向した $\text{ReO}_3$ 層とは格子整合することができる。従って、(001)配向を有するMgO層の上に、順次(001)配向した $\text{ReO}_3$ 層と、(001)配向を有するペロブスカイト構造の酸化物強誘電体層とを形成することができる。

【0017】

なお、 $\text{ReO}_3$ の用語は、Re以外の金属を添加し、格子定数を制御したものを含む概念とする。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0019】

図1<A>は、本発明の基本的実施例による強誘電体キャパシタの構成を示す。Si基板10の表面上に、酸化シリコン層11が形成されている。酸化シリコン層11は、シリコンの熱酸化、化学気相堆積<CVD>等により形成することができる。他の方法で酸化シリコン層を形成しても良い。酸化シリコン層11は、アモルファス相である。酸化シリコン層11の上に(001)配向したMgO層12が形成され、その上に(001)配向した $\text{ReO}_3$ 13層が形成され、さらにその上に(001)配向したPZT層14が形成されている。

【0020】

(001)配向したMgO層12、その上の(001)配向した $\text{ReO}_3$ 層13、さらにその上の(001)配向したペロブスカイト構造の強誘電体層14は、有機金属(MO)材料を用いたMOCVDにより作成することができる。

【0021】

図1(B)は、MOCVDで膜を成膜する装置の構成を概略的に示す。液体容器21-1は、成膜に用いる有機金属材料の溶液を収容する。溶液上の空間に開口した配管からHeガスを圧送することにより、溶液中に深く侵入した他の配管

22-1に溶液を供給することができる。供給された溶液は、マスフローコントローラ（MFC）24-1で流量を制御され、配管25-1を介して気化器27-1に供給される。

## 【0022】

気化器27-1には、キャリアガス用配管26も接続されている。気化器27-1に、キャリアガス $N_2$ と共に供給された液体原料溶液は、気化器27-1で気化され、配管28-1に供給される。

## 【0023】

液体容器21-2、配管22-2、マスフローコントローラ24-2、配管25-2、気化器27-2、配管28-2は、上述の液体容器21-1、配管22-1、マスフローコントローラ24-1、配管25-1、気化器27-1、配管28-1と同様の構成を有する。さらに、同様の原料供給系を任意の数備えることができる。

## 【0024】

気化器27-1には、液体容器21-1、配管22-1、マスフローコントローラ24-1、配管25-1と同様な構成を有する他の液体原料供給系も接続されている。他の気化器にも任意数の液体原料供給系を備えることができる。

## 【0025】

反応室30は、ガス配管29、液体原料配管28-1、28-2、…等の原料配管を有し、シャワーヘッド32から原料ガスを供給することができる。反応容器30の下部には、温度を調節できるサセプタ34が配置され、サセプタ34上に例えば酸化シリコン層を備えたシリコン基板で構成された基板35が配置される。

## 【0026】

上記説明では原料供給系を複数有している例を示しているが、単独であってもかまわない。また反応室は単独例を図示しているが、複数であってもかまわない。

## 【0027】

液体容器に収容する有機金属材料としては、例えばMg原料としてMg（DP

Mg<sub>2</sub> (DPMはジピバロイルメタナートを示す) をテトラヒドロフラン (THF) に溶解させた液体を用いることができる。

## 【 0 0 2 8 】

図 2 (A) は、Mg (DPM)<sub>2</sub> の化学構造を示す化学式である。Mg 原子の両側にジピバロイルメタナート (DPM) が結合している。DPMは、価数が 1 であり、n 価の原子に n 個結合できる。

## 【 0 0 2 9 】

Re 原料としては、Re (DPM)<sub>2</sub> を THF に溶解したものを用いることができる。Re (DPM)<sub>2</sub> は、図 2 (A) の化学式において Mg を Re に置き換えたものに相当する。

## 【 0 0 3 0 】

Pb 原料としては、Pb (DPM)<sub>2</sub> を DHF に溶解したものを用いることができる。Pb (DPM)<sub>2</sub> は、図 2 (A) の構造において Mg を Pb に置き換えたものに相当する。

## 【 0 0 3 1 】

Zr 原料としては Zr (DPM)<sub>4</sub> を THF に溶解したものを用いることができる。Zr (DPM)<sub>4</sub> は、Zr 原子の回りに DPM が 4 つ結合した構造である。

## 【 0 0 3 2 】

Ti 原料としては Ti (i-PrO)<sub>2</sub> DPM<sub>2</sub> (i-PrO はイソプロキシ基を示す) を DHF に溶解したものを用いることができる。Ti (i-PrO)<sub>2</sub> (DPM)<sub>2</sub> は、図 2 (A) の構造において、Mg を Ti に置き換え、さらに Ti に図 2 (B) に示すイソプロキシ基を 2 個結合させた構造に相当する。なお、MO 原料はこれらに限らない。

## 【 0 0 3 3 】

図 1 (A) に示す MgO 層 12 を成膜する時は、Mg (DPM)<sub>2</sub> を THF に溶解させた液体を収容する液体容器 21 にヘリウムガスを圧送し、260℃ に加熱した気化器 27 を通過させ、気化させると共にキャリアガス N<sub>2</sub> に装荷させる。

## 【 0 0 3 4 】

$N_2$ をキャリアガスとするMg原料は、配管28からシャワーヘッド32に送られ、ガス配管29から供給された $O_2$ ガスと共に基板35の酸化シリコン膜上に供給される。酸化シリコン膜は、 $560^{\circ}C$ に加熱され、供給された有機金属ガスを分解すると共に酸素と化合させ、(001)配向したMgO層を成膜する。(001)MgO層の層厚は、例えば50～100nmとする。

## 【 0 0 3 5 】

成膜温度は $560^{\circ}C$ に限定されない。好ましくは、 $620^{\circ}C$ 以下の基板ドン度で行う。従って、FeRAMデバイスの他の製造工程との調和をはかることができる。

## 【 0 0 3 6 】

次に、(001)MgO層12の上に $ReO_3$ 層13を成膜する場合を説明する。 $ReO_3$ 層を成膜する場合は、液体容器21に $Re(DPM)_2$ をTHFに溶解した液体原料を用い、上述の方法と同様にしてキャリアガスに装荷された有機金属原料をシャワーヘッド32に送る。シャワーヘッド32には、同時に $O_2$ ガスあるいは $O_2$ ガスと $N_2$ ガスの混合ガス等も供給されている。

## 【 0 0 3 7 】

(001)MgO層12を形成した基板は、サセプタ34により $560^{\circ}C$ に保たれている。原料ガスを $560^{\circ}C$ に保たれた(001)MgO層上に供給することにより(001)配向した $ReO_3$ 層が成膜される。(001) $ReO_3$ 層の層厚は、例えば20～50nmとする。

## 【 0 0 3 8 】

(001) $ReO_3$ 層13を成膜した後、その上にPZT層14を成膜する。PZTのPbの原料としては、 $Pb(DPM)_2$ をTHFに溶解したもの、Zrの原料としては $Zr(DPM)_4$ をTHFに溶解したもの、Ti原料としては $Ti(i-PrO)_2(DPM)_2$ をTHFに溶解したものをを用いる。これらの液体原料を収容する3つの液体容器にヘリウムガスを圧送し、3つの気化器又は1つの気化器で気化し、シャワーヘッド32に供給する。

## 【 0 0 3 9 】

基板温度を560℃に保ち、 $\text{Pb}(\text{DPM})_2$ ガス、 $\text{Zr}(\text{DPM})_4$ ガス、 $\text{Ti}(\text{i-PrO})_2(\text{DPM})_2$ ガス及び酸素を同時に吹き込むことにより、(001) $\text{ReO}_3$ 層13の上に $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ (PZT)層14が成膜する。PZT層14も、(001)配向する。(001)PZT層の層厚は、例えば80～150nmとする。

## 【0040】

このように、アモルファス層の酸化シリコン層11の上に、 $\text{MgO}$ 層をMOCVDで成膜し、(001)配向した $\text{MgO}$ 層12を形成することができる。(001)配向した $\text{MgO}$ 層12の上に、下地の配向に従って(001)配向した $\text{ReO}_3$ 層13を成膜することができる。(001)配向した $\text{ReO}_3$ 層13の上に、下地の配向に従って(001)配向したPZT層14を成膜することができる。

## 【0041】

PZT層14の上に、上部電極を形成する。上部電極は、(001)配向させる必要はない。従来公知の電極材料で上部電極15を形成することができる。例えば、 $\text{IrO}_2$ 層をMOCVDで成膜する。この場合、Ir原料としては $\text{Ir}(\text{DPM})_3$ をTHFに溶解したものをを用いる。気化する方法は上述の方法と同様である。基板温度を560℃に保ち、 $\text{Ir}(\text{DPM})_3$ ガス及び酸素を同時に吹き込むことにより、PZT層14の上に $\text{IrO}_2$ 層15を成膜することができる。 $\text{IrO}_2$ 層15の層厚は、例えば100～150nmとする。

## 【0042】

上部電極を $\text{IrO}_2$ 層で形成する場合を説明したが、上部電極は強誘電体層の配向とは関係なく、種々の材料を用いることができる。

## 【0043】

図1(C)に示すように。上部電極として、 $\text{IrO}_2$ 層15-1と $\text{SrRuO}_3$ 層15-2との積層15を用いても良い。成膜方法も、MOCVD以外の方法を用いても良い。

## 【0044】

例えば、 $\text{IrO}_2$ のターゲットを用い、スパッタリングで $\text{IrO}_2$ 層15-1を

成膜することができる。この場合、基板は室温に保ち、真空度  $3 \times 10^{-4}$  Torr、ワークガス Ar でターゲットをスパッタリングし、 $\text{IrO}_2$  層を成膜する。 $\text{IrO}_2$  層 15-1 の層厚は、例えば 100 ~ 150 nm とする。

## 【0045】

$\text{IrO}_2$  層 15-1 の上に成膜する  $\text{SrRuO}_3$  層 15-2 は、やはりスパッタリングで成膜することができる。 $\text{SrRuO}_3$  のターゲットを用い、基板を室温に保持し、真空度  $3 \times 10^{-4}$  Torr で、ワークガスを Ar とし、ターゲットをスパッタリングすることにより  $\text{SrRuO}_3$  層 15-2 を成膜する。 $\text{SrRuO}_3$  層 15-2 の層厚は、例えば 10 ~ 30 nm とする。

## 【0046】

強誘電体として PZT を用いる場合を説明したが、他のペロブスカイト構造の酸化物強誘電体を用いることもできる。たとえば、 $\text{Pb}_y\text{La}_{1-y}\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  (PLZT)、 $\text{Pb}_{1-a-b-c}\text{La}_a\text{Sr}_b\text{Ca}_c\text{Zr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$  (PLSCZT) 等を用いることができる。

## 【0047】

ガス種として  $\text{O}_2$  ガスのみを記載したが他のガスと  $\text{O}_2$  ガスとの混合ガス、例えば  $\text{O}_2/\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2/\text{Ar}$ 、 $\text{O}_2/\text{He}$ 、 $\text{O}_2/\text{N}_2\text{O}$  などでもよい。

## 【0048】

少量の金属を添加した  $\text{ReO}_3$  は、 $300^0\text{K}$  で  $10^{-6}$  (m オーダーの比抵抗を示す。電極として用いる金属層の比抵抗は、 $10^{-5}$  (m 以下であれば有効に利用することができる。従って、金属不純物を添加した  $\text{ReO}_3$  を強誘電体キャパシタの電極として有効に利用することができる。

## 【0049】

なお、アモルファス層の上に MgO 層を成膜し、(001) 配向した MgO 層を形成したが、単結晶 MgO の (001) 面を用いてもよいことは自明であろう。

## 【0050】

図 1 (D) は、(001) 面の単結晶 MgO 層 12 の上に、エピタキシャルに  $\text{ReO}_3$  層 13、ペロブスカイト構造の強誘電体膜 14 を成長し、その上に上部

電極 1 5 を形成する場合を示す。

【 0 0 5 1 】

M O 原料を用いた C V D の代りに、他の原料を用いた C V D により、( 0 0 1 ) 配向した M g O 層、R e O <sub>3</sub> 層、強誘電体層を成膜することも可能であろう。スパッタリングにより、同様に ( 0 0 1 ) 配向した膜を成膜することも可能であろう。

【 0 0 5 2 】

強誘電体層を ( 0 0 1 ) 配向させることにより、電圧印加によって生じる分極を電極と垂直な方向に整列させることができる。このため、強誘電体層の分極を最大限有効に利用することが可能となる。

【 0 0 5 3 】

図 3 ( A ) 、 ( B ) は、このような強誘電体キャパシタを用いる半導体装置の構成例を示す。

【 0 0 5 4 】

図 3 ( A ) は、強誘電体キャパシタの上下から電極を取り出した構成例を示す。S i 基板 1 0 の表面には、シャロートレンチアイソレーション ( S T I ) により素子分離領域 4 0 が形成されている。素子分離領域 4 0 に画定された活性領域内に、2 つの M O S トランジスタが形成される。2 つの M O S トランジスタは、一方のソース／ドレイン領域 4 6 を共通領域とし、その両側にキャパシタに接続される他のソース／ドレイン領域 4 5 を有する。

【 0 0 5 5 】

ソース／ドレイン領域の間のチャネル領域上には、ゲート絶縁膜 4 1 、多結晶ゲート電極 4 2 、シリサイドゲート電極 4 3 から形成される絶縁ゲート電極が配置されている。絶縁ゲート電極の側壁には、サイドスペーサ 4 4 が形成されている。半導体素子を形成した表面上に、酸化シリコン等のアモルファス絶縁層 1 1 が形成される。アモルファス絶縁層 1 1 の表面上に ( 0 0 1 ) 配向した M g O 層 1 2 が形成される。

【 0 0 5 6 】

両側のソース／ドレイン領域 4 5 に対する引き出し電極を形成するため、M g

○層 1 2、絶縁層 1 1 にコンタクト孔が形成され、例えばバリアメタル 4 8、W プラグ 4 9 から構成される引き出しプラグが形成される。MgO 層 1 2 表面上の不要な電極層を例えば化学機械研磨 (CMP) 等により除去した後、MgO 層 1 2 上に下部  $\text{ReO}_3$  電極 1 3、ペロブスカイト構造の強誘電体層 1 4、上部電極 1 5 から構成される強誘電体キャパシタが形成される。

## 【 0 0 5 7 】

MgO 層 1 2 を (0 0 1) 配向させることにより、(0 0 1) 配向した下部  $\text{ReO}_3$  電極 1 3、(0 0 1) 配向したペロブスカイト構造の強誘電体層 1 4 を形成することができる。

## 【 0 0 5 8 】

キャパシタを形成した後、その表面を覆って酸化シリコン等の絶縁層 5 0 を形成する。絶縁層 5 0 に接続孔を形成し、バリアメタル層 5 1、W 等の金属導電層 5 2 を埋め込むことにより、引き出し電極が形成される。電極形成後、絶縁層 5 0 上の不要部を除去し、上部配線 5 4、5 5 が形成される。上部配線 5 4、5 5 表面は、さらに絶縁層 6 0 に覆われる。

## 【 0 0 5 9 】

図 3 (B) は、キャパシタの上方から 2 電極を取り出す構成を示す。Si 基板 1 0 の表面上に、LOCOS により形成された酸化シリコンの素子分離領域 4 0 が形成されている。素子分離領域 4 0 で画定された活性領域内に、1 つの MOS トランジスタが形成されている。

## 【 0 0 6 0 】

チャネル領域上にゲート絶縁膜 4 1、多結晶ゲート電極 4 2、多結晶シリサイド電極 4 3 で形成された絶縁ゲート電極が配置され、その両側にはサイドスペーサ 4 4 が形成される。ゲート電極両側にソース／ドレイン領域 4 5、4 6 がイオン注入等により形成される。

## 【 0 0 6 1 】

MOS トランジスタを覆って、酸化シリコン等のアモルファス絶縁層 4 8 が形成され、ソース／ドレイン領域 4 5、4 6 を導出するプラグ 4 9 が形成される。プラグ 4 9 を形成したアモルファス絶縁層 4 8 の表面上に、例えばアモルファス

相の窒化シリコン層 49 が形成され、酸素遮蔽層を構成する。

【0062】

アモルファス窒化シリコン層 49 の上に、(001) 配向した MgO 層 12 が形成される。アモルファス層上であれば、(001) 配向した MgO 層 12 を成膜することができると考えられる。(001) MgO 層の上に、(001) 配向した下部  $\text{ReO}_3$  電極 13、(001) 配向したペロブスカイト構造の強誘電体層 14、上部電極 15 で構成された強誘電体キャパシタが形成される。この強誘電体キャパシタを覆って、酸化シリコン等の絶縁層 18 が形成される。

【0063】

絶縁層 18、MgO 層 12、窒化シリコン層 49 の所望部分をエッチングで除去し、接続孔が形成される。ローカル配線 19 が接続孔に露出されたプラグ 49 と上部電極 15 を接続する。ローカル配線 19 を覆ってさらに絶縁層 50 が形成され、他方のソース／ドレイン領域 46 上のプラグ 49 を露出する開口が形成される。この開口を埋め込んで他方の配線 55 が形成される。

【0064】

なお、多層配線構造を公知の技術によりさらに形成することもできる。このようにして、強誘電体キャパシタを有する半導体集積回路装置を作成することができる。

【0065】

以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。例えば、種々の変形、改良、組合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【0066】

以下、本発明の特徴を付記する。

【0067】

(付記 1) (001) 配向を有する  $\text{ReO}_3$  層と、

前記  $\text{ReO}_3$  層上に形成され、(001) 配向を有するペロブスカイト構造の酸化物強誘電体層と、  
を有する電子装置。

【 0 0 6 8 】

(付記 2) さらに、(0 0 1)配向を有するMgO層を有し、  
前記ReO<sub>3</sub>層が前記MgO層上に形成されている付記 1 記載の電子装置。

【 0 0 6 9 】

(付記 3) さらに、アモルファス層を有し、前記MgO層が前記アモルファス層上に形成されている付記 2 記載の電子装置。

【 0 0 7 0 】

(付記 4) さらに、前記酸化物強誘電体層上に形成された上部電極を有することを特徴とする付記 3 記載の電子装置。

【 0 0 7 1 】

(付記 5) 前記アモルファス層は絶縁層からなり、半導体素子を形成した半導体基板上に前記半導体素子を覆うように形成され、かつ  
前記絶縁層を貫通し、前記半導体素子と前記ReO<sub>3</sub>層とが電氣的に接続するよう導電性プラグが設けられてなる付記 4 記載の電子装置。

【 0 0 7 2 】

(付記 6) 前記ReO<sub>3</sub>層は、前記導電性プラグを含む前記絶縁層の上に形成されている付記 5 記載の電子装置。

【 0 0 7 3 】

(付記 7) さらに、前記上部電極を覆う層間絶縁層と、前記層間絶縁層を貫通し、前記導電性プラグ、前記上部電極を露出する開口と、前記開口を介して前記プラグと前記上部電極とを接続するローカル配線とを有する付記 5 記載の電子装置。

【 0 0 7 4 】

(付記 8) 前記MgO層が(0 0 1)面を有する単結晶MgO層である付記 2 記載の電子装置。

【 0 0 7 5 】

(付記 9) 前記ReO<sub>3</sub>層が、Re以外の金属を添加したReO<sub>3</sub>で形成されている付記 1 ～ 8 のいずれか 1 項記載の電子装置。

【 0 0 7 6 】

(付記 1 0) 前記上部電極が、 $\text{IrO}_2$ 層、または $\text{IrO}_2$ 層と $\text{SrRuO}_3$ 層との積層で形成されている付記 4 ~ 7 のいずれか 1 項記載の電子装置。

【0 0 7 7】

(付記 1 1) (a) (0 0 1) 配向を有する $\text{ReO}_3$ 層を準備する工程と

(b) 前記 $\text{ReO}_3$ 層上に (0 0 1) 配向を有するペロブスカイト構造の酸化物強誘電体層を形成する工程と、  
を含む電子装置の製造方法。

【0 0 7 8】

(付記 1 2) 前記工程 (a) が、(0 0 1) 面を有する単結晶 $\text{MgO}$ 層の上に $\text{ReO}_3$ 層を成膜する付記 1 1 記載の電子装置の製造方法。

【0 0 7 9】

(付記 1 3) 前記工程 (a) が、

(a - 1) (0 0 1) 配向を有する $\text{MgO}$ 層を準備する工程と、

(a - 2) 前記 $\text{MgO}$ 層の上に (0 0 1) 配向を有する $\text{ReO}_3$ 層を形成する工程と、  
を含む付記 1 1 記載の電子装置の製造方法。

【0 0 8 0】

(付記 1 4) 前記工程 (a - 1) が、

(a - 1 - 1) アモルファス層を準備する工程と、

(a - 1 - 2) 前記アモルファス層上に (0 0 1) 配向の $\text{MgO}$ 層を形成する工程と、  
を含む付記 1 3 記載の電子装置の製造方法。

【0 0 8 1】

(付記 1 5) 前記工程 (a - 1 - 2)、(a - 2)、(b) のうち少なくとも 1 つは $\text{MOCVD}$ により行われる付記 1 4 記載の電子装置の製造方法。

【0 0 8 2】

(付記 1 6) 前記工程 (a - 1 - 2)、(a - 2)、(b) の全てが $\text{MOCVD}$ により行われる付記 1 5 記載の電子装置の製造方法。

【0083】

(付記17) 前記MOCVDは、基板温度620℃以下で行われる付記15または16記載の電子装置の製造方法。

【0084】

(付記18) 前記MOCVDがMO原料として、金属のDPM化合物ないしi-PrO化合物を用いる付記15～17のいずれか1項記載の電子装置の製造方法。

【0085】

(付記19) 前記工程(a-1-2)、(a-2)、(b)のうち少なくとも1つはスパッタリングにより行われる付記14記載の電子装置の製造方法。

【0086】

【発明の効果】

大きな分極を実現することのできる強誘電体キャパシタが形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例を説明するための電子装置の概略断面図およびMOCVD装置の構成を示す概略ブロック図、および上部電極を積層構造とした場合を示す概略断面図、および単結晶MgO層を用いた場合の概略断面図である。

【図2】  $Mg(DPM)_2$ およびi-PrOの化学式を示す構造図である。

【図3】 本発明の実施例によるキャパシタを有する電子装置の構成例を示す断面図である。

【符号の説明】

- 10 Si基板(下地)
- 11 酸化シリコン層(絶縁層)
- 12 MgO層
- 13  $ReO_3$ 層
- 14 強誘電体層
- 15 上部電極
- 21 液体原料容器

2 2、2 5、2 6、2 8、2 9 配管

2 4 マスフローコントローラ

2 7 気化器

3 0 反応容器

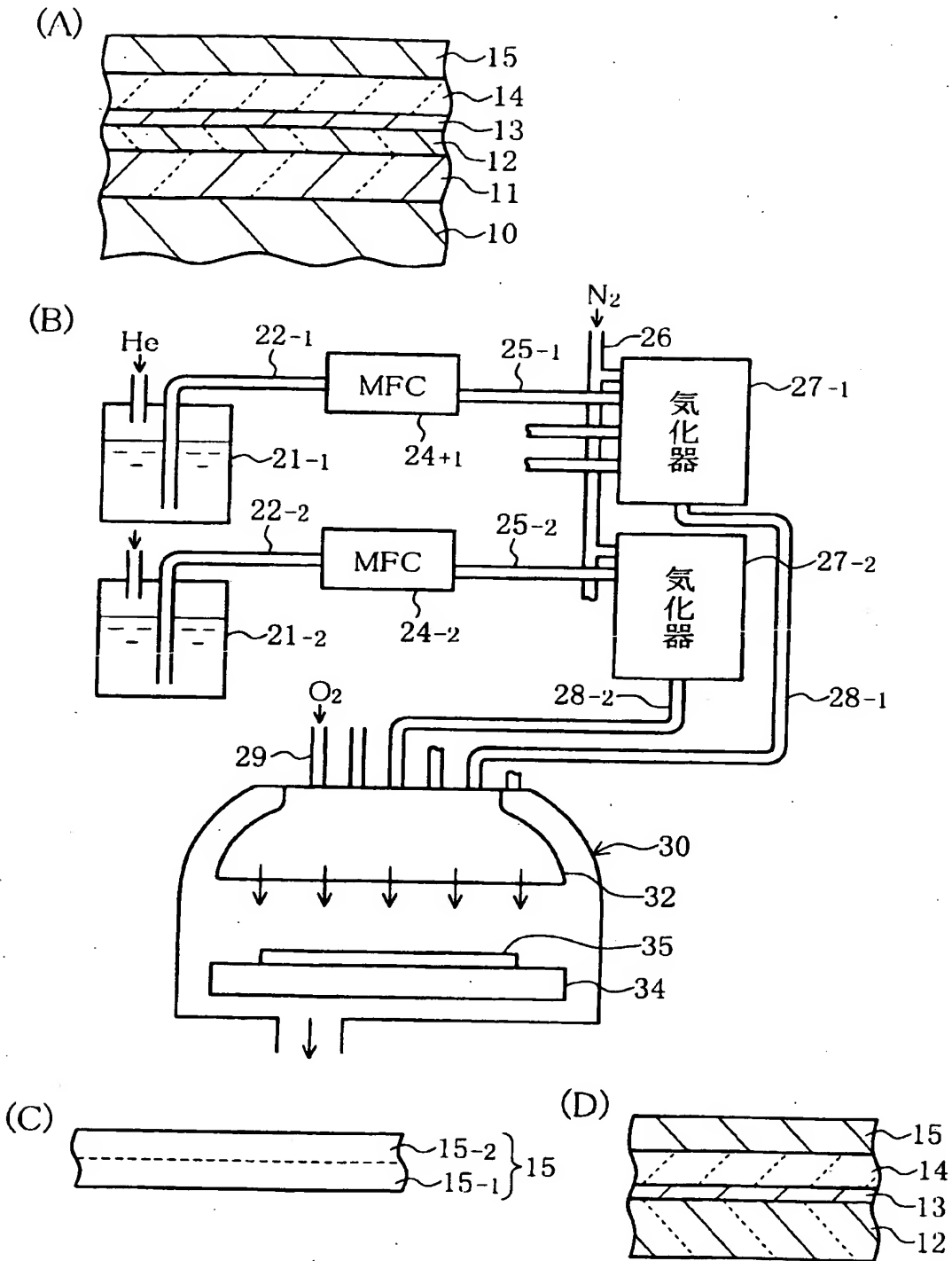
3 2 シャワーヘッド

3 4 サセプタ

3 5 基板

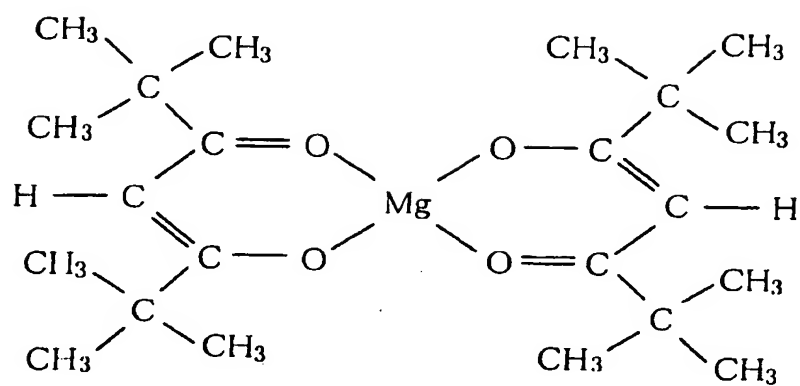
【書類名】 図面

【図 1】

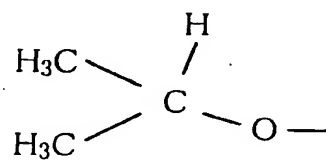


【図 2】

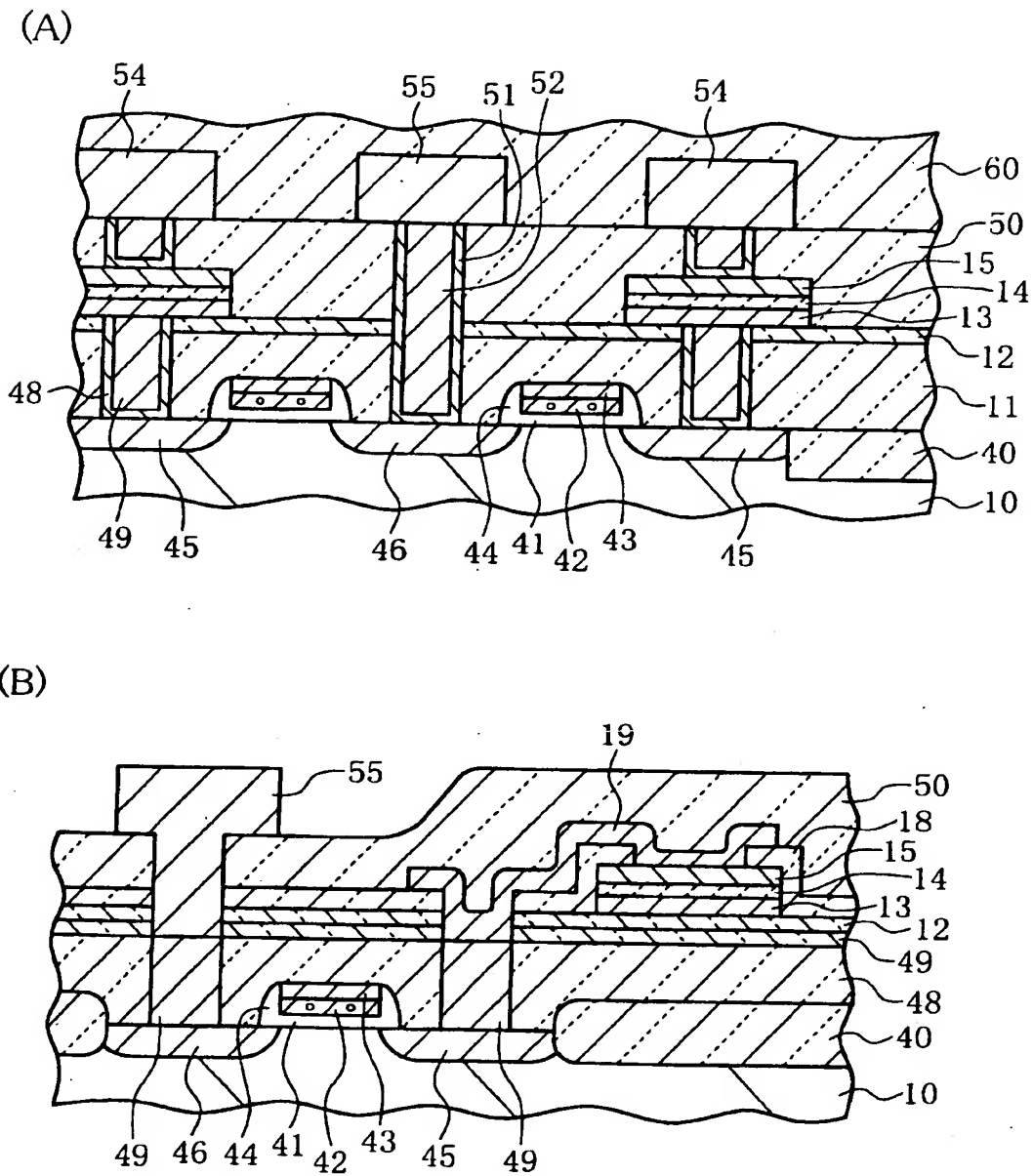
(A)  $\text{Mg}(\text{DPM})_2$



(B) i-PrO



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 分極量の大きな強誘電体層を得ることが可能な電子装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 電子装置の製造方法は、(a) (001) 配向を有する  $\text{ReO}_3$  層を準備する工程と、(b) 前記  $\text{ReO}_3$  層上に (001) 配向を有するペロブスカイト構造の酸化物強誘電体層を形成する工程とを含む。好ましくは、工程 (a) が、(a-1) (001) 配向を有する  $\text{MgO}$  層を準備する工程と、(a-2) 前記  $\text{MgO}$  層の上に (001) 配向を有する  $\text{ReO}_3$  層を形成する工程とを含む。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
氏 名 富士通株式会社